

stanz, indem durch seine Auflösung die Kupfertheilchen wieder frei werden und hiedurch deren Verbreitung auf den Blattoberflächen begünstigt wird.

Mit Rücksicht auf die praktischen Schlussfolgerungen, die sich aus diesen Resultaten ergeben, sowie auf die Vergleichbarkeit meiner Versuchsbedingungen mit den Verhältnissen der Praxis verweise ich auf die Arbeit selbst, die demnächst in FÜNFSTÜCK's „Beiträgen zur wissenschaftlichen Botanik“ erscheinen wird.

Da sich die Bordeauxbrühe — sofern sich nicht das Regen- und Thauwasser ganz wesentlich anders als unser verwendetes Schneewasser verhält —, mit Rücksicht auf ihre Giftwirkung gegenüber von Pilzsporen nicht als ein absolut sicher alle Sporen erreichendes Bekämpfungsmittel parasitärer Pflanzenkrankheiten erweist, da sie also nur local vor Pilzinfektion schützt, da bei der Kartoffelkrankheit, wenn lediglich Laubbespritzung angewendet wird, ein solcher Schutz gegen die Infection der Knollen ganz ausgeschlossen ist, so habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass auf Rechnung der directen Beeinflussung der Nährpflanze durch die Bordeauxbrühe noch mehr zu setzen ist, als ich schon früher gesetzt hatte, so namentlich eine gewisse Fähigkeit, die Nährpflanze resistenter gegen die Angriffe des Pilzes zu machen.

### 31. B. Frank: Ueber die biologischen Verhältnisse des die Herz- und Trockenfäule der Rüben erzeugenden Pilzes.

Eingegangen am 27. Mai 1895.

In den letzten Jahren, besonders 1893 und 1894 trat in Deutschland in weiter Verbreitung eine Krankheit an *Beta vulgaris* auf, durch welche der Zuckerrübenbau bedeutend geschädigt worden ist, indem auf den davon befallenen Aeckern die Erträge, die sonst 200 Ctr. und darüber pro Morgen betragen, nicht selten auf 50 Ctr. und darunter zurückgingen, ja in einzelnen Fällen überhaupt keine Ernte gemacht wurde.

Die Krankheit ist wohl ohne Zweifel identisch mit der unter dem Namen Herz- und Trockenfäule schon in früheren Jahren bekannten Erkrankung, deren Ursache jedoch damals unaufgeklärt geblieben ist. Im Jahre 1892 bereits fand ich in constanter Begleitung der Krankheit einen bis dahin noch nicht beobachteten Pilz, den ich als *Phoma Betae*

bezeichnete. In meinen ersten Mittheilungen über denselben<sup>1)</sup> habe ich bereits in der Hauptsache die Erkrankungserscheinungen, welche er hervorbringt, und seine Lebensweise beschrieben, sowie den Beweis, dass er die Ursache der Krankheit ist, erbracht. Weitere Mittheilungen über den Parasitismus des Pilzes hat dann KRÜGER<sup>2)</sup> veröffentlicht. Im Jahre 1894 habe ich meine Untersuchungen über den Pilz weiter fortgesetzt; die Resultate derselben sind mit besonderer Berücksichtigung der praktischen Fragen kürzlich publicirt worden.<sup>3)</sup> Besonders durch die letztgenannten Untersuchungen habe ich bei *Phoma Betae* eine Reihe von biologischen Eigenthümlichkeiten aufgefunden, welche sowohl für die Mykologie wie für die Pathologie von allgemeiner Bedeutung sind. Ich stelle daher die wichtigsten bisherigen Ergebnisse über diesen Gegenstand zusammen.

### 1. Erkrankungsformen, welche *Phoma Betae* veranlasst.

Die Rübenpflanze ist an den verschiedensten Theilen und zu den verschiedensten Zeiten ihrer Entwicklung den Angriffen von *Phoma Betae* ausgesetzt. Befällt der Pilz das hypocotyle Stengelglied der Keimpflanze, so kommt der sogenannte Wurzelbrand zustande. An den älteren Pflanzen sind es besonders die unteren Theile der Blattstiele und namentlich die jungen Herzblätter, welche der Pilz befällt und welche dann unter Schwarzwerden verderben; wir haben dann die Herzfäule vor uns. An den Pflanzen, welche in Samen schießen, bringt der Pilz fleckenartige Schwärzungen des Samenstengels und der Samenknäuel hervor. Endlich kann auch der Rübenkörper befallen werden, wobei sich Faulstellen auf demselben bilden, die als Trockenfäule der Rüben bekannt sind.

### 2. Verbreitung von *Phoma Betae*.

Auf Veranlassung des landwirthschaftlichen Provincialvereins für die Mark Brandenburg sind im Jahre 1893 die Erkrankungsfälle an Wurzelbrand, sowie an Herz- und Trockenfäule der Rüben auf das Vorkommen von *Phoma Betae* von mir untersucht worden. Es kamen zur Untersuchung Proben kranker Pflanzen aus den Ländern Schlesien, Posen, Westpreussen, Brandenburg, Pommern, Mecklenburg, Provinz Sachsen, Braunschweig, Hannover, Hessen-Nassau, und zwar 43 Fälle von Herz- und Trockenfäule und 79 Fälle von Wurzelbrand, insgesamt 122 Fälle, in denen sämmtlich *Phoma Betae* constatirt werden

1) Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-Industrie d. D. R. 1892, pag. 903 und 1894, pag. 158.

2) Daselbst 1893, pag. 96.

3) l. c. 1895, pag. 157 und 271.

konnte nach seinen charakteristischen Pykniden, ausserdem noch wenige Fälle von Wurzelbrand, wo andere Pilze zugegen waren. Zur selbigen Zeit wurde die Herzfäule der Rüben auch von PRILLIEUX und DELACROIX in Frankreich und Belgien beobachtet und ein Pilz dabei gefunden, den die Genannten ebenfalls als die Ursache der Krankheit ansahen und *Phyllosticta tabifica* nannten und der wahrscheinlich mit *Phoma Betae* identisch ist. Im Jahre 1894 wurde von mir die Rübenfäule in 20 Fällen constatirt in den Ländern Schlesien, Posen, Westpreussen, Uckermark, Mecklenburg und auch hier wiederum überall zugleich *Phoma Betae* nachgewiesen. Ich glaube damit genügend bewiesen zu haben, dass *Phoma Betae* ein constanter Begleiter der Herz- und Trockenfäule der Rübe ist und in den meisten Fällen auch beim Wurzelbrande betheiligt ist, der jedoch bekanntlich auch noch durch einige andere Pilze veranlasst werden kann.

### 3. Beziehung der Trockenheit zu dem Auftreten der Krankheit und des Pilzes.

Die letzten durch Trockenheit ausgezeichneten Jahre haben die Krankheit in grosser Verbreitung und heftigem Grade gebracht, besonders das ungewöhnlich trockene Jahr 1893, wie die obigen Angaben erkennen lassen. Im Jahre 1894 dagegen war die Krankheit im Allgemeinen auf diejenigen Länder beschränkt, welche abermals einen trockenen Sommer hatten. Durch die von mir angestellten Erhebungen, welche sich auf Bestimmungen der Niederschlagsmengen in den einzelnen Monaten mittelst Regenmesser gründen, fällt das Auftreten der Herz- und Trockenfäule mit Regenarmuth in den Monaten Juli und August zusammen. Auch diejenigen Bodenverhältnisse, welche bei trockenem Wetter das Austrocknen des Untergrundes am meisten begünstigen, befördern das Auftreten der Krankheit (Lagen auf hohen Kuppen, starke Entwässerung, Düngung mit Kalk, welche austrocknend wirkt). Meine Versuche haben aber gezeigt, dass durch Trockenheit allein, bei Abwesenheit von *Phoma Betae*, Herz- und Trockenfäule nicht erzeugt werden können. Zur Hervorrufung der für die Krankheit charakteristischen Fäulnisserscheinungen der Gewebe bedarf es des specifischen Fäulnissregers. Während wir sonst gewöhnt sind, dass pilzparasitäre Krankheiten durch Feuchtigkeit begünstigt werden, sehen wir hier das Umgekehrte. Die wissenschaftliche Erklärung, warum dem Angriff des Pilzes hier durch Trockenheit Vorschub geleistet wird, habe ich aufgefunden; sie ist im Folgenden gegeben.

### 4. Erörterung des parasitischen und saprophytischen Charakters von *Phoma Betae*.

Man kann durch künstliche Infection den Pilz und die Gewebefäulniss auf die Rübenpflanzen übertragen. Nach Transplantation eines

kranken, vom Mycelium durchzogenen Rübenstückchens in einen gleichgrossen Ausschnitt einer gesunden Rübe erweist sich nach einigen Wochen die ganze Umgebung der Impfstelle ebenfalls in Fäulniss übergegangen und die Myceliumfäden in dieses Gewebe übergewachsen, während sonst Verwundungen der Rüben durch Korkbildung vernarben und gesund bleiben. Ebenso kann man durch Sporenaussaat auf die Blattstiele der Rübe den Pilz unter Auftreten von Gewebefäulniss übertragen.

Dabei zeigt sich jedoch, dass die Blätter nur in gewissen Zuständen für *Phoma Betae* empfänglich sind. In völlig frische und unverletzte Blattstiele erwachsener Blätter dringen die Sporenkeime nicht ein. Die Sporen keimen zwar, aber der Keimschlauch bleibt meist auf einer kurzen Ausstülpung der Sporenhaut stehen und dringt nicht in die Epidermiszelle ein. Auf welkwerdende, altersschwache, jedoch noch lebende erwachsene Blattstiele gesäet keimen dagegen die Sporen unter kräftiger Keimschlauchbildung, worauf die Spitze des Keimschlauches ein ungefähr kreisrundes Apressorium bildet, welches sich der Epidermiszellhaut innig auflegt, dieselbe in der Mitte unter dem Apressorium in Form eines äusserst feinen tüpfelähnlichen Porus durchbohrt und durch denselben hindurch eine blasenförmig anschwellende Aussackung in das Lumen der Zelle versenkt, worin diese Aussackung dann als Myceliumfaden weiter wächst, indem er auch in die tiefer liegenden Zellen eindringt oder zwischen denselben vorwärts wächst. Auch durch die Spaltöffnungen können die Keimschläuche eindringen. Die jungen Herzblätter befinden sich an der Rübenpflanze nie im welken Zustande. Darum sind sie auch in dieser Beziehung vor dem Angriffe des Pilzes geschützt. Aber an Wundstellen, auch wenn sie mikroskopisch klein sein sollten, dringt der Pilz mit Sicherheit in sie ein. Werden Stiele von Herzblättchen nur mit Sporen von *Phoma Betae* besäet, so bleiben sie gesund. Werden dagegen so besäete Stiele mit einer Nadelspitze an vielen Punkten angestochen, so tritt nach einigen Tagen an jeder Stichstelle ein zunächst kleiner brauner Fleck auf, indem das Gewebe daselbst unter Bräunung erkrankt, wobei man überall das eingedrungene Pilzmycelium an diesen Stellen auffindet, man hat künstlich die Anfänge der Herzfäule herbeigeführt. An einem nur mit der Nadel gestochenen, aber nicht mit Sporen besäeten Herzblattstiel tritt keine Erkrankung ein; die Stichstellen werden unsichtbar, weil sie sich wieder schliessen, keinerlei Bräunung des Gewebes ist bemerkbar. Die Infection der Herzblätter an den Rübenpflanzen auf dem Felde auf diesem Wege ist erklärbar, weil natürliche Wundstellen vielfach schon durch kleine Zerreiassungen beim Wachsthum, ganz abgesehen von zufälligen Verletzungen durch Insecten entstehen.

Mit grösster Leichtigkeit entwickelt sich *Phoma Betae* bei saprophyter Ernährung. Auf gekochten Rübenblattstielen, auch auf anderen

gekochten Pflanzentheilen, ebenso auf Rübensaft oder Pflaumendecoct kann man den Pilz aus Sporen in kurzer Zeit bis zur Bildung seiner charakteristischen Pykniden erziehen. *Phoma Betae* ist also Saprophyt und facultativer Parasit.

Darum finden sich auch auf den bereits abgestorbenen ältesten Blattstielen, welche am Grunde jeder weiter erwachsenen Rübenpflanze vorhanden sind, nicht selten *Phoma Betae*-Pykniden. Der Pilz kann auf diese Theile beschränkt sein und die Pflanze also völlig gesund bleiben. *Phoma Betae* ist ein in den Rübenböden sehr verbreiteter Pilz und hiernach in Jahren mit ausreichenden Niederschlägen und auf Böden mit genügender Feuchtigkeit für die Rübenpflanze so gut wie ungefährlich, weil er dann nur saprophyt auf den abgestorbenen Blattstielen auftritt. Wenn dagegen in Folge andauernder Sommerdürre die erwachsenen Blätter der Rübe alle abwelken, so werden sie meist alle von *Phoma Betae* befallen und bringen Unmassen neuer Sporen zur Entwicklung, durch welche nun Infection sowohl des Rübenherzens als auch des Rübenkörpers mit Leichtigkeit erfolgt. In einer einzigen Pyknide sind nach Zählungen ca. 160 000 Sporen enthalten, jede Rübenpflanze bei Sommerdürre kann also, wenn von *Phoma* befallen, viele Millionen keimfähiger Sporen produciren.

Ist das Mycelium von *Phoma Betae* einmal parasitär im lebenden Gewebe der Rübenpflanze entwickelt, so scheinen im Stoffwechselprocesse giftartig wirkende Fermente zu entstehen, welche durch Diösmose von Zelle zu Zelle rasch sich vorwärts bewegen und das Gewebe zum Absterben bringen. Denn man sieht gewöhnlich die Erkrankungssymptome im Zellgewebe sich weiter erstrecken als das Pilzmycelium, die Erkrankung eilt dem letzteren oft um viele Zellen voraus. Einen ganz analogen Fall hat bereits DE BARY<sup>1)</sup> bei dem Parasitismus von *Peziza Sclerotiorum* nachgewiesen. Dass der gleich einem Ferment wirkende Giftstoff ein Erzeugniss des Pilzes selbst ist, wie DE BARY annimmt, ist zwar wahrscheinlich, aber doch vorläufig noch unentschieden; denn es wäre auch denkbar, dass unter den Umsetzungsproducten, in welche die Bestandtheile der Rübenzelle bei der Erkrankung zerfallen, einer ist, welcher diese giftige Wirkung ausübt.

Dass bei der Keimung der Sporen das vergiftend wirkende Ferment noch nicht entsteht, sieht man daraus, dass nach Sporenaussaaten auf die Oberfläche normaler Blätter keine Erkrankung erfolgt. Dagegen pflanzt sich die letztere auf das bis dahin gesunde Gewebe fort, wenn ein von *Phoma Betae* inficirtes, Mycelium enthaltendes erkranktes Gewebestück in jenes transplantirt wird, wie oben erwähnt wurde. Ebenso sah ich unverletzte, gesunde Herzblattstiele, nachdem ich sie nur mit Stückchen künstlich inficirter, kranker, mycelhaltiger Blattstiele

1) Botanische Zeitung 1886, pag. 413 ff.

belegt hatte, an den betreffenden Stellen unter Bräunung erkranken, wobei nachzuweisen war, dass Myceliumfäden aus dem aufgelegten Stückchen in den Blattstiel eingedrungen waren.

Eine andere wichtige Veränderung, welche das Mycelium von *Phoma Betae* bei seiner krankheitsregenden Wirkung an der Rübenzelle hervorbringt, ist die theilweise Umsetzung des Rübenzuckers in reducirenden Zucker, nämlich in Glykose. Von verschiedenen stark erkrankten Rüben ergaben die Zuckerbestimmungen nachfolgende Resultate:

	Reducirender Zucker pCt.	Nicht reducirender Zucker pCt.
Nr. 1. Schwach erkrankt . . . . .	0,17	17,90
Nr. 2. Stark erkrankt . . . . .	0,26	15,00
Nr. 3. Sehr stark erkrankt . . . . .	0,28	14,30

Die zuckerzerstörende Wirkung tritt nur in den wirklich erkrankten Theilen der Rübe auf. Sie lässt sich mittelst der bekannten Reaction an dem Niederschlag rothbrauner Kügelchen von Kupferoxydul innerhalb der einzelnen Zellen auch mikroskopisch nachweisen und dabei ergiebt sich, dass auch diese Wirkung dem Mycelium vorauseilt, wie die Bildung des giftig wirkenden Fermentes.

### 5. Verhalten der Sporen von *Phoma Betae* im Ackerboden.

Die Hauptmasse der Sporen unseres Pilzes gelangt aus den Pykniden, die auf den erkrankten Theilen der Rübenpflanze im Spätsommer und Herbst sich bilden, in den Ackerboden. Man sollte erwarten, dass sie hier in Folge der Feuchtigkeit sogleich keimen, da sie in der That keimfähig sind, sobald sie aus der Pyknide ausgetreten sind. Ich fand jedoch, dass sie im blossen Wasser so gut wie nicht keimen, desgleichen auch im Erdboden an der Keimung verhindert werden. Sie beginnen aber sofort zu keimen, wenn sie mit Rübensaft oder auch mit einer Rübenpflanze in Berührung gebracht werden. Ich konnte Sporen, die in den Erdboden eingemischt waren, feucht und bei gleicher Zimmertemperatur gehalten wurden, vom Herbst bis in den Frühling in diesem ruhenden Zustande erhalten und zu jeder beliebigen Zeit durch Zusatz von Rübendecoct zum raschen Aufkeimen bringen. Es haben also die Sporen von *Phoma Betae* in gewissem Sinne auch den Charakter von Dauersporen. Nur ist das hier vorliegende biologische Verhältniss von dem der echten Dauersporen insofern abweichend, als bei den letzteren die Keimung während des Ruhestandes überhaupt unmöglich ist, während hier der Ruhestand jederzeit durch einen geeigneten chemischen Reiz aufgehoben werden kann. Auch sind die Sporen hier in keiner Weise durch eine be-

sondere Verstärkung der Sporenhaut wie die echten Dauersporen für einen strengen Ruhestand eingerichtet. Dieses biologische Verhältniss ist aber ein wichtiges Erhaltungsmittel für den Pilz; es schützt ihn vor unzeitigem und vergeblichem Beginn seiner Entwicklung und erklärt die Thatsache, dass *Phoma Betae* an den Rüben wieder auftritt, wenn erst nach mehreren Jahren diese Culturpflanze auf einem einmal mit den Sporen dieses Pilzes verseuchten Acker gebaut wird.

## 6. Bekämpfungsmittel.

Durch Feldversuche wurden von mir folgende Mittel bezüglich ihrer Wirkung gegen das Auftreten der Rübenkrankheit erprobt:

- a) Rajolen des Ackerbodens.
- b) Verschiedene Bestellungszeit (31. März, 4., 11., 26. April, 7., 12., 18., 25. Mai).
- c) Verschieden starke Kalidüngung auf einem 0,211 pCt. Kali enthaltenden Acker (mit 0, 2, 4, 6, 8, 10 Ctr. Kainit pro Morgen).
- d) Bespritzung der Pflanzen mit Kupfervitriol-Kalkbrühe, und zwar nach dem Verziehen, nach der letzten Hacke und noch einmal im Juli.
- e) Desinfection des Ackerbodens vor der Bestellung mit Kupfervitriol-Kalkbrühe, beziehentlich mit Petroleum.

Auf sämtlichen Versuchspartzen trat die Krankheit im August in gleich starkem Grade wie auf den unbehandelten Vergleichspartzen auf. Der Grund davon wurde darin gefunden, dass auf sämtlichen Versuchspartzen der Pilz in der gewöhnlichen Weise auf den kranken Pflanzen sich beobachten liess, dass er also durch keines dieser Mittel getödtet oder ferngehalten wurde.

Auf Grund der Entwicklungsweise und der Entwicklungsbedingungen des Pilzes lassen sich also nur folgende Mittel bislang als erfolgreich bezeichnen: Auswahl solcher Gegenden, welche am seltensten in den Monaten Juli und August an Dürre leiden; Vermehrung solcher Felder zum Rübenbau, welche durch ihre Lage am meisten zur Austrocknung des Bodens incliniren; Vermeidung zu starker Entwässerung; möglichst frühzeitige Entfernung des kranken Pflanzenmaterials vom Acker (Abblatten der alten toden und welken Unterblätter, Abfuhr der kranken Rübenpflanzen, namentlich Entfernung der abgeschnittenen Rübenköpfe vom Acker). Desinfection der Samen schützt natürlich nur gegen die an den Samen haftenden und mit diesen eingeschleppt werdenden Sporen. Sporen von *Phoma Betae* werden im Magensaft bei Körpertemperatur (38—50° C.) in drei bis vier Stunden sicher getödtet; das Mycelium gleichfalls. Eine Verschleppung des Pilzes

durch Verfütterung von Rüben, an denen der Pilz vorhanden ist, hat man daher nicht zu befürchten. Ebenso kann von einer nachtheiligen Wirkung des Pilzes auf den thierischen Körper keine Rede sein.

Institut für Pflanzenphysiologie und Pflanzenschutz der königlichen landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

## 32. Fritz Müller: Orchideen von unsicherer Stellung.

Mit Tafel XVIII.

Eingegangen am 28. Mai 1895.

### I. Phymatidium.

*Phymatidium* wird von PFITZER (Nat. Pflanzenfam. II, 6., S. 197) als eine „in ihrer systematischen Stellung unsichere“ Gattung bezeichnet. Das lockte mich, mir das überaus zierliche Pflänzchen näher anzusehen. Was ich fand, bot des Unerwarteten und Eigenartigen so viel, dass es mir der Mittheilung nicht unwerth scheint.

Zunächst einige Worte über das Vorkommen. In der Umgebung von Blumenau ist *Phymatidium* fast regelmässiger Bewohner der Goiahabäume; wo immer man diese in grösserer Zahl beisammen findet, darf man darauf rechnen, dass deren jüngere Zweige mit den an junge Tillandsien erinnernden Blattrosen von *Phymatidium* reichlich besetzt sind. Indess ist es nicht auf diese eine Baumart beschränkt; in meinem Garten wächst es z. B. in Menge auf einem Grumixama-baume (ebenfalls einem Obstbaum aus der Familie der Myrtaceen, *Eugenia brasiliensis*), auf *Eriobotrya japonica*, auf *Plumeria*, — einzelt auf einigen dicht bei einem Goiahabaume stehenden Kaffeebäumen und in der Nachbarschaft des Grumixamabaumes und der *Plumeria* auf *Ixora*, auf *Gardenia*, auf einer *Brunfelsia* (*Franciscea*), deren duftende, anfangs blauviolette Blumen später weiss werden, und auf einer Cypresse. Seine Hauptblüthezeit scheint der Hochsommer zu sein; im Februar stand es in voller Blüthe, jetzt, Ende März, sind kaum noch blühende Aehren zu finden.

Auch auf Blättern trifft man bisweilen junge Pflänzchen; doch erst zweimal, einmal auf einem Goiaha-, einmal auf einem Grumixama-baume, habe ich eine blühende Pflanze auf einem zwar nicht mehr grünen, aber noch nicht abgefallenen Blatte zu sehen bekommen.

Während ich noch von keiner anderen unserer zahlreichen Orchi-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Frank B.

Artikel/Article: [Ueber die biologischen Verhältnisse des die Herz- und Trockenfäule der Rüben erzeugenden Pilzes. 192-199](#)